Table des matières

1. Biophysique de la circulation - Mécanique des fluides - 1 7
2. Biophysique de la circulation - Mécanique des fluides - 2 26
3. Transferts membranaires - 1 55
4. Transferts membranaires - 2 86
5. Les potentiels électriques transmembranaires 114
6. Compartiments Liquidiens de l'Organisme 127
7. Équilibre Acido-Basique 130

1. Biophysique de la circulation - Mécanique des fluides - 1

Exercice 1

On remplit un long tube en verre avec un liquide *l*de densité 13,6. Une fois rempli, on le retourne dans une cuve remplie du même liquide, mais en quantité très largement supérieure à celle du tube, les deux liquides devenant alors continus. Le liquide descend et s stabilise dans le tube renversé à une hauteur h.
(P_{atm} = 750 mmHg ; g = 10 $m.s^{-2}$)

A La hauteur h est égale à 0,25 m

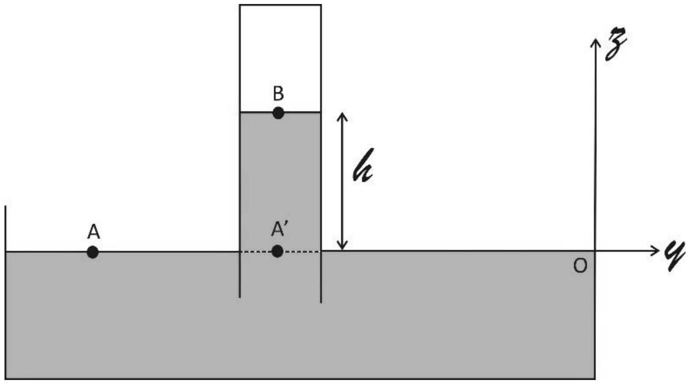
B La hauteur h est égale à 0,5 m

C La hauteur h est égale à 0,75 m

D La hauteur h est égale à 1 m

E Durant une chute libre, un liquide de densité 10, contenu dans un récipient percé en son fond, s'échappe du récipient par son fond avec une vitesse diminuée de moitié.

Considérons le schéma suivant



Appliquons lala loi de l'hydrostatique à une altitude z donnée

$$P + \rho g z = constante$$

En A, on obtient

$$P_A + \rho g z_A = P_{A'} = \rho_l g z_B + P_B$$

Or $P_B = 0$, $z_B = h$ et $P_A = P_{atm}$

Ainsi on a

$$P_A = P_{atm} = \rho_l g h$$

La densité du liquide l est définie par

$$d = \frac{\rho_l}{\rho_{eau}}$$

$$\rho_l = d \times \rho_{eau} = 13.6 \times 1000\ kg.m^{-3} = 13600\ kg.m^{-3}$$

$$P_{atm} = 750mmHg = 750 \times 133.3\ Pa$$

Ainsi, on obtient

$$h = \frac{P_{atm}}{\rho_l \times g} = \frac{750 \times 133.3}{10 \times 13600} \sim 0.75m = 75cm$$

Réponse C

Exercice 2

Un tube horizontal de diamètre 8 mm est rempli avec une huile de densité 0,9 et comporte deux tubes verticaux distants l'un de l'autre de 600 mm. Pour un débit de 4.10^{-6} $m^3.s^{-1}$, la différence de hauteur entre les deux tubes est de 300 mm, On suppose que l'écoulement est laminaire.
Quelle est la viscosité de cette huile ?
(π=3 et g=10 $m.s^{-2}$)

A La pression hydrostatique, en 1 point d'un fluide parfait en écoulement laminaire, dépend de la vitesse d'écoulement de ce fluide, à altitude identique

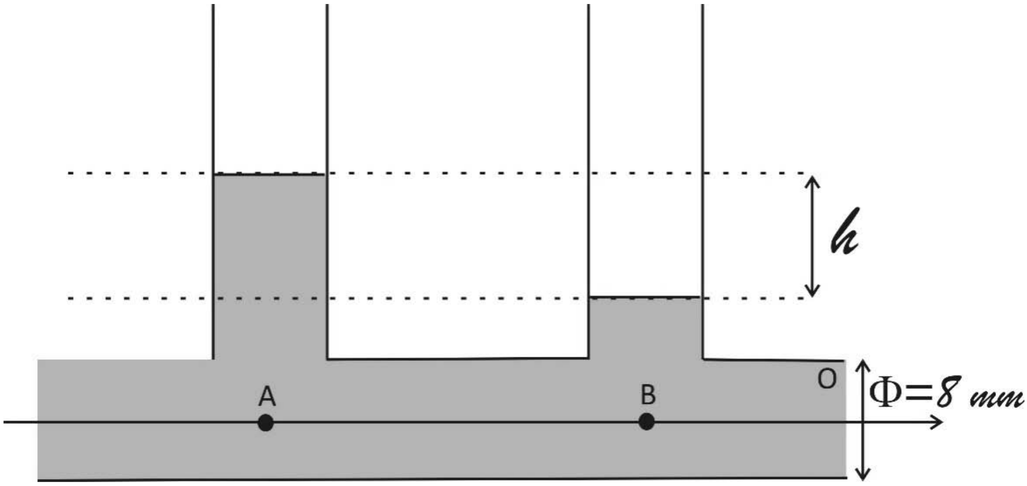
B (La viscosité de cette huile est de 8,4. 10^{-3} Pa.s

C (La viscosité de cette huile est de 10,3.10^{-3}Pa.s)

D (La viscosité de cette huile est de 52.10^{-3} Poiseuille)

E (La viscosité de cette huile est de 108.10^{-3} Poiseuille)

Soit le dispositif ci-dessous :



D'après la loi de Poiseuille le débit volumique d'un fluide réel dans un tu be rigide on a :

$$D = \frac{\Pi}{8} \times \frac{1}{\eta} \times \frac{r_0^4}{AB} \times \Delta P$$

Avec η le facteur de viscosité et ΔP la perte de charge égale dans le cas présent à

$\Delta P = \rho_l g h$ avec $\rho_l = 0.9 \times \rho_{eau} = 900\ kg.m^{-3}$

A partir du débit volumique on obtient

$$\eta = \frac{\Pi}{8} \times \frac{1}{D} \times \frac{r_0^4}{AB} \times \rho_l \times g \times h$$

$$\eta = \frac{3}{8} \times \frac{1}{4.10^{-6}} \times \frac{(4.10^{-3})^4}{0.6} \times 900 \times 10 \times 0.3$$

$$\eta = 12 \times 9 \times 10^{-3} SI = 108 \times 10^{-3} SI$$

Vérifions que nous avons obtenu la bonne unité

$$[\eta] = 1 \times \frac{1}{[D]} \times \frac{[r_0^4]}{[AB]} \times [\rho_l] \times [g] \times [h]$$

$$[\eta] = \frac{T}{L^3} \times \frac{L^4}{L} \times \frac{M}{L^3} \times \frac{L}{T^2} \times L = \frac{M}{L \times T} = ML^{-1}T^{-1}$$

L'unité de η est $kg.m^{-1}s^{-1}$ qui correspond au Poiseuille.

Réponse E

La réponse A est incorrecte car la pression hydrostatique, en 1 point d'un **fluide parfait** en écoulement laminaire, ne dépend pas de la vitesse d'écoulement de ce fluide, à altitude identique.

Exercice 3

La sténose aortique est une pathologie cardiaque consistant en un rétrécissement du diamètre de la valve aortique. Par échographie Doppler (examen échographique non invasif), la vitesse d'écoulement du sang en amont de la valve aortique est mesurée à 1 $m.s^{-1}$ pour un diamètre de 20 mm. Au niveau de la valve pathologique, la vitesse est mesurée à 4 $m.s^{-1}$. On suppose que l'écoulement est horizontal et sans frottements.
On donne la densité du sang d_{sang}= 1.

A La différence de pression entre le ventricule gauche et la valve aortique est de 57 mm Hg

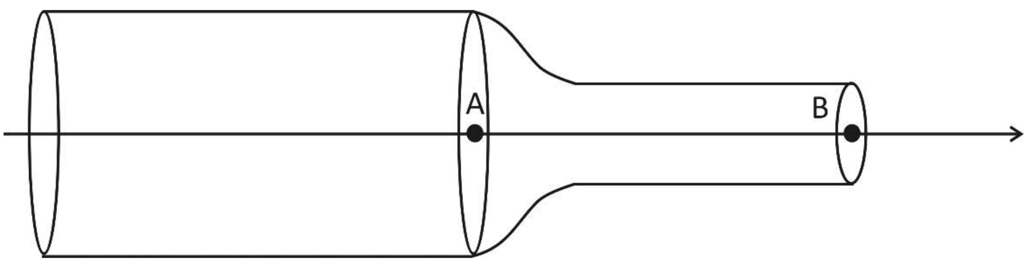
B La différence de pression entre le ventricule gauche et la valve aortique est de 70 mm Hg

C Le diamètre de la valve sténosée est de 5 mm

D Le diamètre de la valve sténosée est de 10 mm

E Il manque des éléments pour répondre à la question

La sténose aortique peut être représenter par le schéma suivant avec le diamètre de l'aorte $D_A = 20\ mm$, $V_A = 1m/s$ et $V_B = 4m/s$.



Si la section d'un conduit se retrécit, la vitesse d'écoulement augmente et à z constant la pression augmente et dans le cas d'un retrécissement la dépression varie selon le carré de la vitesse. On a :

$$P_A - P_B = \frac{1}{2}\rho_{Sang}V_B^2 - \frac{1}{2}\rho_{Sang}V_A^2$$

$$\Delta P = \frac{1}{2} \times d_{Sang} \times \rho_{eau} \times (V_B^2 - V_A^2)$$

$$\Delta P = \frac{1}{2} \times 1000kg.m^{-3} \times (16 - 1) = 7500Pa$$

Or $1mmHg = 133.3Pa$

Donc $\Delta P = \frac{7500}{133.3} = 57mmHg$

De plus $\Delta P = \frac{1}{2}\rho_{Sang} \times (1 - \left(\frac{S_B}{S_A}\right)^2) \times V_B^2$ où S_A et S_B sont les sections respectives de la partie saine et sténosée.

$$\frac{2\Delta P}{\rho_{Sang} \times V_B^2} = \left(1 - \left(\frac{S_B}{S_A}\right)^2\right)$$

$$\left(\frac{S_B}{S_A}\right)^2 = 1 - \frac{2\Delta P}{\rho_{Sang} \times V_B^2} = 1 - 2 \times \frac{7500}{10^3 \times 16} = 1 - \frac{15}{16} = \frac{1}{16}$$

$$S_B^2 = S_A^2 \times \frac{1}{16}$$

$$\emptyset_B^2 = \emptyset_A^2 \times \frac{1}{16}$$

$\emptyset_A$ et $\emptyset_B$ sont les sections respectives de la partie saine et sténosée.

$$\emptyset_B^2 = \frac{400}{16} = \frac{100}{4} = 25\ mm^2$$

$$\emptyset_B = 5\ mm$$

Réponses A et C

Exercice 4

Un vaisseau sanguin de diamètre 18 mm se ramifie en 32 artérioles de diamètre 2 mm. Si la vitesse dans le vaisseau le plus large est de 20 $m.min^{-1}$, quelle est la vitesse dans une artériole ?

A 0,2 $m.s^{-1}$

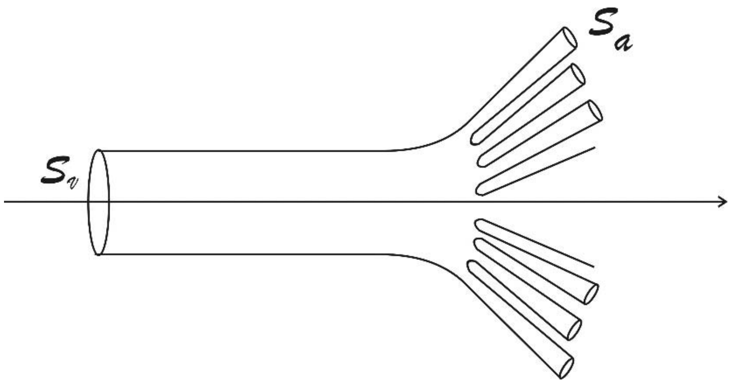
B 0,8 $m.s^{-1}$

C 1 $m.s^{-1}$

D 2 $m.s^{-1}$

E Il manque une donnée pour répondre à la question

Soit le schéma d'un vaisseau sanguin de section S_v se ramifiant en artérioles de section S_a.



En supposant que les artérioles sont des vaisseaux assimilés à des conduits indéformables. D'après l'équation de continuité on a :

$$S_v \times V_v = S_{relative\ totale} \times V_a$$

Où V_v est la vitesse du sang dans le vaisseau le plus large et V_a la vitesse du sang dans une artériole. De plus on a

$$S_{relative\ totale} = N_{artérioles} \times S_a = 32 \times \pi \times \frac{S_a^2}{4}$$

$$\pi \times \frac{\emptyset_v^2}{4} \times V_v = 32 \times \pi \times \frac{\emptyset_a^2}{4} \times V_a$$

Où $\emptyset_v$ et $\emptyset_a$ sont les diamètres respectifs du vaisseau et d'une artériole.